

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報 (A) 昭62-97006

⑬ Int.Cl. <sup>1</sup>	識別記号	序内整理番号	⑭ 公開 昭和62年(1987)5月6日
G 05 B 19/18		C-8225-5H	
B 25 J 5/00		7502-3F	
B 62 D 57/02		E-2123-3D	審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑮ 発明の名称 多関節歩行ロボット制御装置

⑯ 特 願 昭60-235217  
 ⑰ 出 願 昭60(1985)10月23日

⑱ 発明者 北川 淑江 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内  
 ⑲ 発明者 吉田 富治 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内  
 ⑳ 発明者 佐々木 正祥 日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場内  
 ㉑ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ㉒ 出願人 学校法人早稲田大学 東京都新宿区西早稲田1丁目6番1号  
 ㉓ 代理人 弁理士 小川 勝男 外2名

最終頁に続く

### 明細書

発明の名称 多関節歩行ロボット制御装置

#### 特許請求の範囲

1. 多関節の足を持つ歩行ロボットの制御装置において、各関節の角度を検出する角度検出器と、歩行パターンデータおよびパターンデータを計算処理して各関節に出力する制御プログラムを内蔵するメモリと、メモリ内容を読み出し計算処理を実行するマイクロコンピュータと、マイクロコンピュータからの指令と前記角度検出器からの信号とにより関節を制御する位置帰還型制御回路とかなり、ロボット本体内で制御を行うことを特徴とする多関節歩行ロボット制御装置。

2. 特許請求の範囲第1項において、記憶されたパターンデータ間を補間して密につなぎ、各関節の角度と動作速度とを制御することを特徴とする多関節ロボット制御装置。

#### 発明の詳細な説明

##### (発明の利用分野)

本発明は、多関節の足を持つ歩行ロボットに係

り、特に高速かつ安定な歩行制御を行うのに好適な小型軽量の多関節歩行ロボット制御装置に関する。

##### (発明の背景)

多関節歩行ロボットの一例である2足歩行ロボットの制御に関する文献としては、「2足歩行ロボットの階層制御」、有本卓、宮本文夫、日本ロボット学会誌1巻3号(1983年10月) p7~15、および「動的2足歩行ロボットの制御」、古莊純次、日本ロボット学会誌1巻3号(1983年10月) p22~29がある。これら論文には、2足歩行ロボットの制御には複雑な処理が必要であることや、2足歩行ロボットの歩行が本来不安定なものであり、高速で安定な歩行制御が必要であることが示されている。従来、2足歩行ロボットの制御装置としては、これら論文にあるように、ミニコンピュータクラスの装置や大がかりな検出機器などを要し、ロボット本体に搭載して自立歩行するところまで至らなかつた。

例えば、原子力施設の高放射線環境下で、人間

の作業を代行する目的をもつた移動ロボットの中でも、多関節の足を持つロボットは、障害物等の存在による移動範囲の制限が少ない。しかし、制御が複雑であるため制御装置が大型になりがちで、自立歩行させるために制御装置を搭載しようとしても、非常に困難であつた。また、小型化してロボット装置本体の搭載しても、多関節歩行ロボットの場合、重心が上部に偏り、倒れないようにするためには制御の高速化が必要になる。従来はこれらの要求を満すものがなかつた。

#### 【発明の目的】

本発明の目的は、複雑な多関節歩行ロボットの装置本体に搭載可能で、多関節歩行ロボットを高速かつ安定に制御し得る小型軽量の制御装置を提供することである。

#### 【発明の概要】

本発明の特徴は、多関節歩行ロボットを制御するのに各関節の動作軌道を表わした歩行パターンデータを用いて小型軽量化した制御装置を、ロボット装置本体に搭載可能にしたことと、歩行バタ

ーンデータを使用し簡略化した歩行制御プログラムによりマイクロコンピュータでも高速制御を可能にしたことである。これらの特徴により、多関節歩行ロボットの自立歩行の可能性が大幅に向向上する。

#### 【発明の実施例】

以下に、本発明を2足歩行ロボット装置に適用した実施例を示す。

第1図に2足歩行ロボット装置の外形を示す。2足歩行ロボット装置は、両足合計で12の自由度を持つ。人間の腰部に相当する位置には腰ピッチ軸1と腰ロール軸2、膝部に相当する位置には膝ピッチ軸3、足首部に相当する位置には足首ピッチ軸4と足首ロール軸5、さらに、方向を変えるために大腿部に方向転換ヨー軸6を持つている。各関節には回路駆動用の油圧駆動アクチュエータ10、さらに、油圧駆動アクチュエータ10のシャフトにカジリング11を介して角度検出用のポテンショメータ12と油圧駆動アクチュエータ10の動作を制御するサーボ弁13が取り付けら

れています。油圧源は、油圧ポンプモータ9と油圧タンク9Aとリリーフ弁9B等のアクセサリからなり。2足歩行ロボット装置を駆動するために必要な圧力および油の流量を供給する。

油圧源の上には、油圧ポンプモータ9の発熱による影響を防止する断熱材8を間に挟んで、制御ユニット7が設置される。制御ユニット7は、ロボット歩行動作決定情報を処理するマイクロコンピュータとその周辺機器、および油の流量を制御するサーボ弁13の電流駆動制御用サーボアンプを含む。

油圧源9、9A、9Bとサーボ弁13との間は、柔軟な配管ホースで接続されている。配管ホースは1関節につき、供給、戻り、ドレンの3本である。また、制御ユニット7とサーボ弁13、角度検出用ポテンショメータ12との間は、信号ケーブルで接続されている。

第2図に、2足歩行ロボット装置の制御系統図を示す。コンピュータ制御システム15から出力された関節の角度指令信号は、サーボアンプ16

によって増幅され、サーボ弁13に伝達される。サーボ弁13は、弁内部のスプールを角度指令信号に従つて動かし、油圧源9、9A、9Bより供給された油流量を調整する。これにより、油圧駆動アクチュエータ10の駆動が制御される。油圧駆動アクチュエータ10の動作角度は、角度検出用ポテンショメータ12で検出され、たえずサーボアンプ16にフィードバックされ、位置帰還制御を行つている。

第3図に、2足歩行ロボット装置の制御装置の外形を、第4図に制御装置の構成を示す。制御装置は、内部バス23を介して両側にボードを配置し、コンパクトにまとめてある。制御装置は、右足用サーボアンプ16a、左足用サーボアンプ16b、マイクロコンピュータ17、インタフェースボード18a、18b、メモリボード19、D/Aコンバータ21、A/Dコンバータ22からなる。

マイクロコンピュータ17は、メモリボード19に内蔵したプログラムやデータを用いて各関

節の角度指令を計算し、D/Aコンバータ21に出力する。D/Aコンバータ21は、その角度指令を電流に変換し、サーボアンプ16a, 16bが電流増幅してサーボ弁13に出力する。また、コネクタ20を介して、サーボアンプ16a, 16bには角度検出用ポテンショメータから、実際に関節が動作した応答角度信号が入力され、位置滑走型制御回路を構成している。

第5図に、上記の位置滑走制御のプロシク図を示す。図において、24a, 24b, 24cは増幅器、25はリミット回路である。これらはサーボアンプ16に含まれる。また、第6図に、サーボアンプ16a, 16bと、角度検出用ポテンショメータ12、およびサーボ弁13との接続例を示す。

メモリボード19には、歩行に必要なデータとなる歩行パターンデータと、歩行パターンデータを用いて各関節の動作を制御するプログラムとが内蔵される。第7図に、歩行パターンデータの概念を示す。歩行パターンデータは、2足歩行ロボ

トの処理を補間回数分だけ行うが、1回出力することに間隔を調整し、歩行速度を制御する。上記の処理を、歩行終了するまで連続して行う。

以上のような歩行制御プログラムと歩行パターンデータをメモリに格納した制御装置を搭載した2足歩行ロボット装置の歩行の一例を、第10図に示す。この図では、平均台上を歩くような歩行であるが、その他にも歩行パターンデータの選択により、多様な歩行が可能になる。

以上によって、制御装置を搭載した2足歩行ロボット装置の高速かつ安定な制御が可能になった。高速化については、12関節を1回制御するのに、16bitマイクロコンピュータで20msec以内となり、重心が上部に偏った2足歩行ロボット装置でも倒れずに、安定に連続歩行ができるようになった。また、油圧源も搭載しているため、動力供給以外は自立歩行が可能である。

#### 【発明の効果】

本発明によれば、従来、制御の複雑さのために

シト装置の各関節がどのような動作の軌道をとるかを表わしたものであり、具体的には第7図に示すように、関節の角度指令の時系列から離散的に抜き出したものである。

第8図に、歩行パターンデータの出力方法を示す。離散的な関節の角度指令を表わす歩行パターンデータの間を、補間計算によって密につなぎ、一定の出力間隔のタイミングを回りながら、各関節の角度と動作速度とを制御する。このようにすると、動きが滑らかになる。

第9図に、歩行パターンデータを出力するプログラムのフローチャートを示す。まず、メモリの中から適当な歩行パターンデータのファイルを選択し、そのパターンデータをメモリから読み込む。歩行パターンデータは、各関節の動作の時系列であるから、この中から次に各関節に出力すべきデータを取り出し、現在の各関節の角度と、取り出したデータとの間を補間計算する。この補間した結果の角度指令を、D/Aコンバータに出力できるように変換計算し、D/Aコンバータへ出力す

る。この処理を補間回数分だけ行うが、1回出力することに間隔を調整し、歩行速度を制御する。上記の処理を、歩行終了するまで連続して行う。

以上のような歩行制御プログラムと歩行パターンデータをメモリに格納した制御装置を搭載した2足歩行ロボット装置の歩行の一例を、第10図に示す。この図では、平均台上を歩くような歩行であるが、その他にも歩行パターンデータの選択により、多様な歩行が可能になる。

以上によって、制御装置を搭載した2足歩行ロボット装置の高速かつ安定な制御が可能になった。高速化については、12関節を1回制御するのに、16bitマイクロコンピュータで20msec以内となり、重心が上部に偏った2足歩行ロボット装置でも倒れずに、安定に連続歩行ができるようになった。また、油圧源も搭載しているため、動力供給以外は自立歩行が可能である。

制御装置の構成要素も、従来の制御に要したものと比較して非常に少くなり、大幅にコストダウンできる。

また、計算処理ステップ数が少ないため、計算上のミスや誤処理が大幅に低減し、信頼性が高まる。

## 図面の簡単な説明

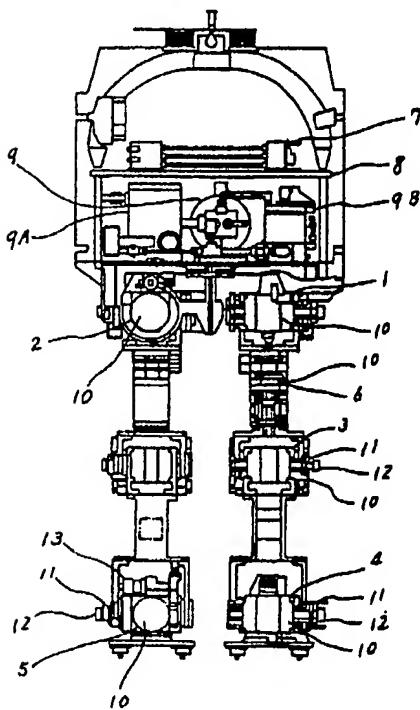
第1図は本発明により2足歩行ロボット装置の外形図、第2図は第1図の2足歩行ロボット装置の制御系統図、第3図は2足歩行ロボット装置の制御装置の外形図、第4図は2足歩行ロボット装置の制御装置の構成図、第5図は位置帰還型制御ブロック図、第6図はサーボアンプと角度検出器およびサーボ弁との接続図、第7図は歩行パターンデータの概念図、第8図は歩行パターンデータの出力方法を示す図、第9図は歩行パターンデータの出力プログラムのフローチャート、第10図は2足歩行ロボット装置の歩行の一例を示す図である。

1…腰ピッチ軸、2…腰ロール軸、3…膝ピッチ軸、4…足首ピッチ軸、5…足首ロール軸、6…方法転換ヨー軸、7…制御ユニット、8…断熱材、9…油圧ポンプモータ、10…油圧駆動ロータリアクチュエータ、11…カツプリング、12…ボテンシヨメータ、13…サーボ弁、14…電源ユニット、15…コンピュータ制御システム、16

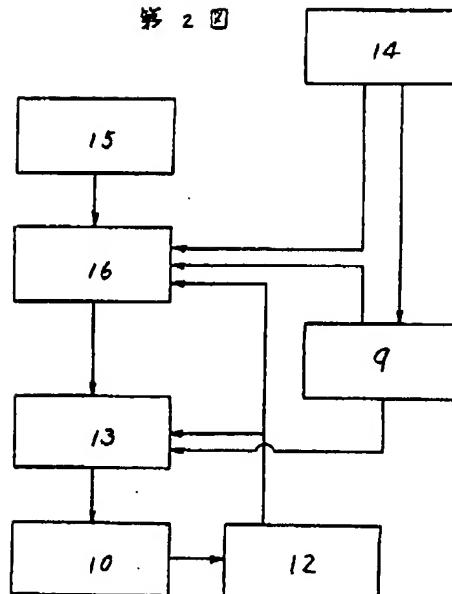
…サーボアンプ、17…マイクロコンピュータ、18…インターフェースボード、19…メモリボード、20…コネクタ、21…D/Aコンバータ、22…A/Dコンバータ、23…内部バス、24…増幅器、25…リミット回路。

代理人弁理士 小川勝男

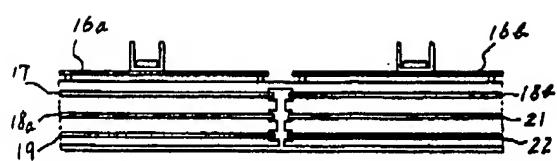
第1図



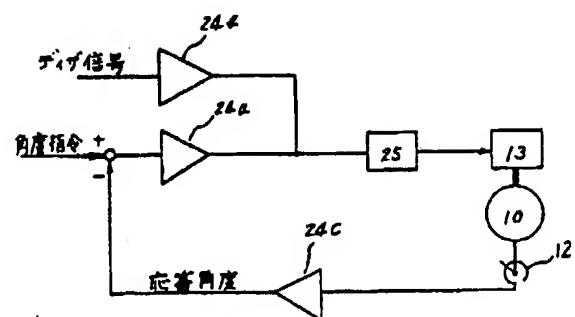
第2図



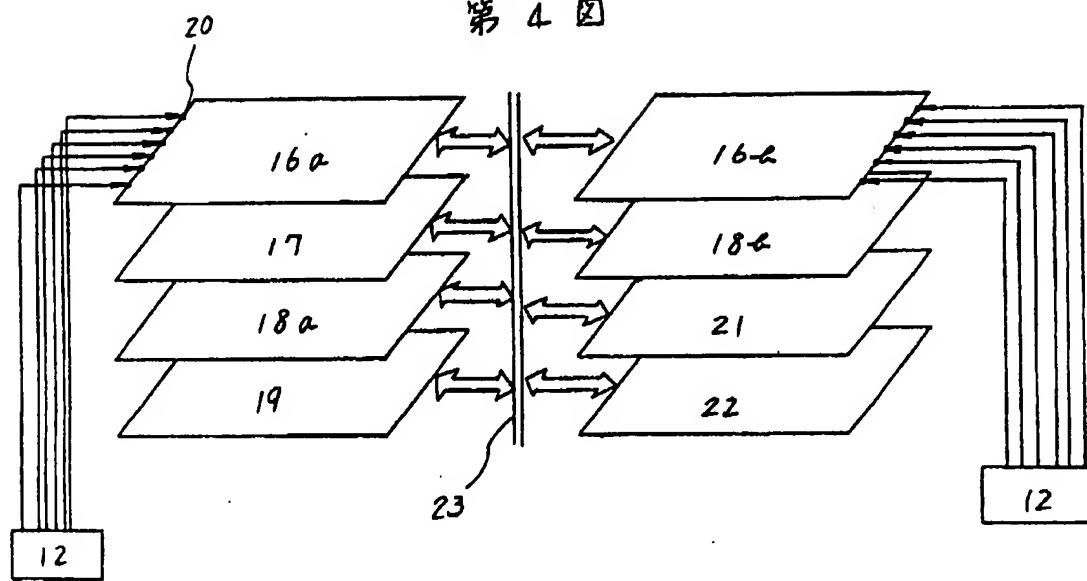
第3図



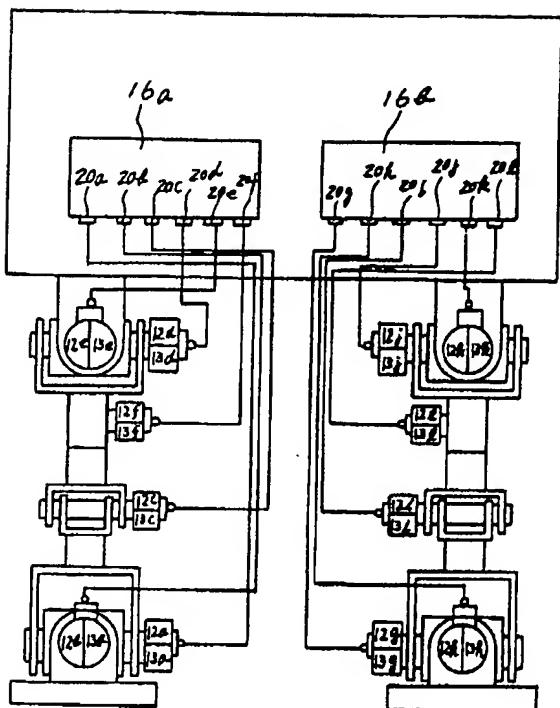
第5図



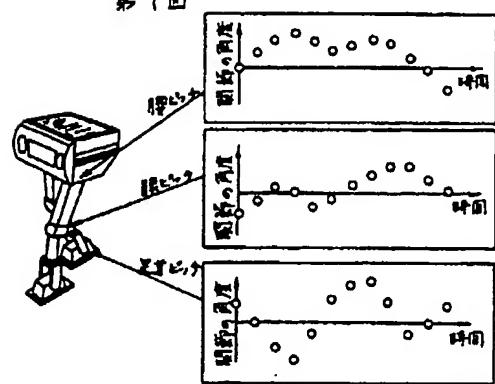
第4図



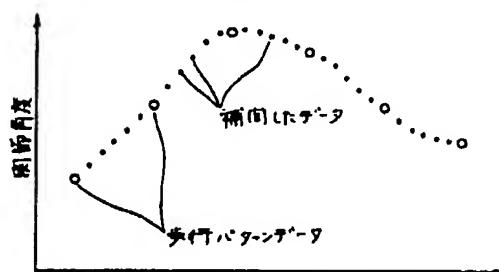
第6図



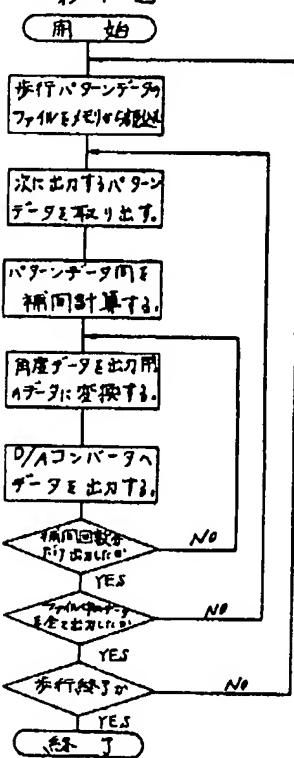
第7図



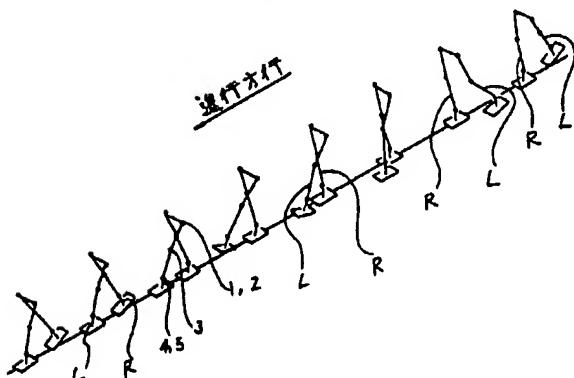
第8図



第9図



第10図



第1頁の続き

⑦発明者	大津	誠	日立市幸町3丁目1番1号 株式会社日立製作所日立工場 内
⑦発明者	藤江	正克	土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑦発明者	加藤	一郎	狛江市西野川2丁目15番7号
⑦発明者	高西	淳夫	川口市西川口3丁目15番20号